

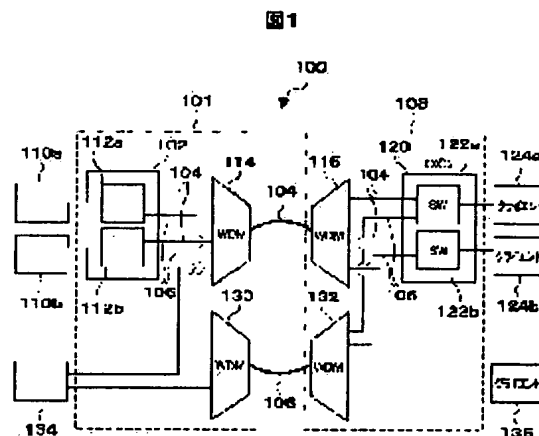
(11)Publication number : 2001-274751
(43)Date of publication of application : 05.10.2001

H04B 10/02
H04J 14/00
H04J 14/02
H04B 10/20
H04Q 11/04

(72)Inventor : KAKIZAKI JUN
HANATANI SHOICHI
SANO HIROHISA

Priority number : 2000 504214 Priority date : 15.02.2000 Priority country : US

SOLUTION: A network node 101 in an optical network 100 is provided with a changeover module 102, which switches the optical path of a selected individual signal from an active system fiber 104 into a standby system fiber 106, before multiplexing a signal from a client with other signal for the fault recovery of an optical path. Thus only a signal from a client 110a-b, having no self-healing function is switched and the client 134 with the self-healing function, is allowed to apply its own protection switching processing to the signal from itself.



10/10/2007

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-274751

(P2001-274751A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	H
H 0 4 J 14/00			E
14/02			N
H 0 4 B 10/20		H 0 4 Q 11/04	M
H 0 4 Q 11/04			
審査請求 未請求 請求項の数40 O L (全 16 頁)			

(21)出願番号 特願2001-26470(P2001-26470)

(22)出願日 平成13年2月2日(2001.2.2)

(31)優先権主張番号 09/504214

(32)優先日 平成12年2月15日(2000.2.15)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 柿崎 順

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所通信事業部内

(74)代理人 100087170

弁理士 富田 和子

最終頁に続く

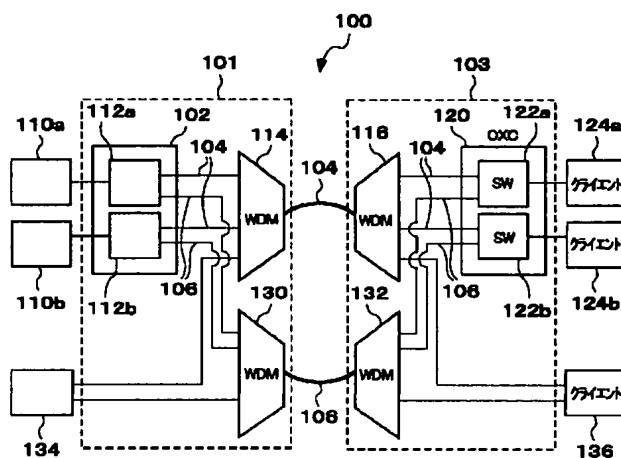
(54)【発明の名称】 波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧方法及びシステム

(57)【要約】

【課題】セルフヒーリング機能を持たないクライアントとセルフヒーリングクライアントとのいずれからの信号についても適切な信号切替処理を可能とする光パスの障害復旧方法およびシステムを提供する。

【解決手段】光ネットワーク100において、ネットワークノード101は切替モジュール102を備え、切替モジュール102は、光パスの障害復旧のために、クライアントからの信号を他の信号と多重化される前に、選択された個別信号の光パスを波長レベルで現用系ファイバ104から予備系ファイバ106へ切り替えることにより、セルフヒーリング機能を持たないクライアント110a-bからの信号だけを切り替え、セルフヒーリング機能を持つクライアント134からの信号については自身での保護切替処理を行わせる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】波長分割多重ネットワークの光パスを復旧するネットワーク構成装置において、
信号を受信し、該受信した信号を第1の信号群と多重化して現用系パスへ送信するための第1の合波信号を生成する第1の多重化部と、
信号を受信し、該受信した信号を第2の信号群と多重化して予備系パスへ送信するための第2の合波信号を生成する第2の多重化部と、
クライアントと接続して、該クライアントから信号を受信し、該信号を合波処理して前記現用系パスへ送信させる前記第1の多重化部へ送り、前記現用系パスに障害が発生した場合には、前記第1の信号群とは独立して、前記信号を合波処理して前記予備系パスへ送信させる前記第2の多重化部へ切り替えるパススペーススイッチ（path-based switch）とを備えることを特徴とするネットワーク構成装置。

【請求項2】前記信号は第1の信号であり、
前記第1の多重化部は、パススペーススイッチを介さずにセルフヒーリングクライアントと接続され、該セルフヒーリングクライアントからの第2の信号を受信し、該第2の信号を第1の信号群の一部として前記第1の信号と多重化して前記現用系パスへ送信するものであり、
当該ネットワーク構成装置は、前記現用系パスでの障害発生に応じて、前記第2の信号を切り替えることなく前記第1の信号を前記第2の多重化部へ切り替えることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項3】前記パススペーススイッチは光クロスコネクトスイッチであることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項4】前記パススペーススイッチと、該パススペーススイッチに接続された性能監視モニタ（performance monitor）とを備える切替モジュール（switching module）をさらに備え、

前記性能監視モニタは、前記クライアントからの信号を監視し、該信号が予め定めた条件を満たさない場合には警報通知情報を生成することを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項5】前記第1の多重化部は、前記パススペーススイッチからの信号を監視し、該信号が予め定めた条件を満たさない場合には警報通知情報を生成する性能監視モニタを備えることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項6】前記第1の多重化部は、前記信号の状態を通信する光監視信号を前記信号と多重化することで前記第1の合波信号を生成することを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項7】前記パススペーススイッチは、
前記第1の多重化部と接続して、信号合波および前記現用系パスへの送信のために前記クライアントからの信号

を前記第1の多重化部へ通信する現用系スイッチと、
前記第2の多重化部と接続して、信号合波および前記予備系パスへの送信のために前記クライアントからの信号を前記第2の多重化部へ通信する予備系スイッチとを備えていることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項8】前記パススペーススイッチと電気-光変換器とを備える切替モジュールをさらに備え、
前記切替モジュールは、光信号から電気信号へ変換し、該電気信号を前記第1の多重化部および前記第2の多重化部のいずれか一方へ切り替え、該切替後の前記電気信号を合波および送信処理のために光信号へ変換することを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項9】前記第2の多重化部と前記パススペーススイッチとの接続されたライン信号再生器（line regenerator）をさらに備え、
前記ライン信号再生器は、前記パススペーススイッチから前記第2の多重化部へ通信される信号を再生することを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項10】前記第1の多重化部と接続して、信号合波および前記現用系パスへの送信処理のために、前記パススペーススイッチから前記第1の多重化部へ通信される信号を監視する第1のトランスポンダと、
前記第2の多重化部と接続して、信号合波および前記予備系パスへの送信処理のために、前記パススペーススイッチから前記第2の多重化部へ通信される信号を監視する第2のトランスポンダとをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項11】前記パススペーススイッチおよび前記クライアントと接続して、前記クライアントから前記パススペーススイッチへ通信された信号を監視するトランスポンダをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項12】前記パススペーススイッチと前記クライアントとを接続するためのハードウェアインターフェースをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項13】前記パススペーススイッチと前記クライアントとを接続するためのネットワーク装置管理マネージャ（element manager）をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項14】前記信号は、制御通信チャンネル（control communication channel）を含むペイロードを備えることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項15】前記現用系パスと前記予備系パスとはリング上に設けられていることを特徴とする請求項1に記載のネットワーク構成装置。

【請求項16】前記現用系パスは第1のリングに設けられ、前記予備系パスは第2のリングに設けられているこ

3

とを特徴とする請求項 1 に記載のネットワーク構成装置。

【請求項 17】波長分割多重ネットワークにおいて、第 1 の信号を当該波長分割多重ネットワークの第 2 のノードへ再送信させるために、該第 1 の信号を当該波長分割多重ネットワークの第 1 のノードへ送信するクライアントと、

第 2 の信号を当該波長分割多重ネットワークの前記第 2 のノードへ再送信させるために、該第 2 の信号を当該波長分割多重ネットワークの前記第 1 のノードへ送信し、前記第 1 の信号とは独立して前記第 2 の信号について保護切替処理 (protection switching) を実行するセルフヒーリングクライアントとを備え、

前記第 1 のノードは、前記第 1 の信号のためのパススペーススイッチを備え、

前記パススペーススイッチは、前記第 2 の信号とは独立して、前記第 1 の信号のための保護切替処理を実行することを特徴とする波長分割多重ネットワーク。

【請求項 18】前記パススペーススイッチは光クロスコネクタスイッチを備えることを特徴とする請求項 17 に記載の波長分割多重ネットワーク。

【請求項 19】前記パススペーススイッチと、該パススペーススイッチに接続された性能監視モニタとを備える切替モジュールをさらに備え、

前記性能監視モニタは、前記クライアントからの信号を監視し、該信号が予め定めた条件を満たさない場合には警報通知情報を生成することを特徴とする請求項 17 に記載の波長分割多重ネットワーク。

【請求項 20】前記パススペーススイッチおよび前記クライアントと接続して、前記クライアントから前記パススペーススイッチへ通信された信号を監視するトランスポンダをさらに備えることを特徴とする請求項 17 に記載の波長分割多重ネットワーク。

【請求項 21】前記パススペーススイッチと前記クライアントとを接続するためのハードウェアインターフェースをさらに備えることを特徴とする請求項 17 に記載の波長分割多重ネットワーク。

【請求項 22】前記パススペーススイッチと前記クライアントとを接続するためのネットワーク装置管理マネージャをさらに備えることを特徴とする請求項 17 に記載の波長分割多重ネットワーク。

【請求項 23】前記信号は制御通信チャンネルを含むペイロードを備えることを特徴とする請求項 17 に記載の波長分割多重ネットワーク。

【請求項 24】波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧方法において、現用系パスへ送信するための第 1 の信号をクライアントから受信し、前記現用系パスへ送信するための第 2 の信号をセルフヒーリングクライアントから受信し、

4

前記現用系パスに障害が発生したかの判断を行い、該障害が発生したと判断した場合には、

前記第 2 の信号とは独立して、前記第 1 の信号を予備系パスへ切り替え、

前記セルフヒーリングクライアントによる、前記第 2 の信号に対する保護切替処理の実施を独立して行わせ、

前記第 1 の信号を一群の信号と多重化して合波信号を生成し、

前記合波信号を前記予備系パスへ送信することを特徴とする方法。

【請求項 25】前記予備系パスへの切替処理は、パススペーススイッチによる切替処理を含むことを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】前記予備系パスへの切替処理は、光クロスコネクタスイッチにより実行されることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 27】前記第 1 の信号を監視する処理と、前記第 1 の信号が予め定めた条件を満たさない場合には警報通知情報を生成する処理とをさらに備えることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 28】前記予備系パスへの切替処理では、前記第 1 の信号を光信号から電気信号へ変換する処理と、

前記電気信号を前記予備系パスへ切り替える処理と、前記切替処理後の前記電気信号を合波および送信処理のために光信号へ変換する処理とを備えることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 29】前記予備系パス上で前記第 1 の信号を再生する処理をさらに備えることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 30】前記第 1 の信号は制御通信チャンネルを含むペイロードを備えることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 31】前記現用系パスでの障害発生を判断する処理は、

前記波長分割多重ネットワークにおける第 1 のノードを使用して前記現用系パスの障害発生を判断する処理と、警報通知情報を通信する処理とを備えることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 32】前記予備系パスへの切替処理は、第 1 のリングに設けられた前記現用系パスからの前記第 1 の信号を、第 2 のリングに設けられた前記予備系パスへ切り替える処理を備えることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 33】波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧方法において、

クライアントからの信号を受信し、現用系パスの状態に応じて、合波処理および前記現用系パスへの送信処理を行う第 1 の多重化部および合波処理および予備系パスへの送信処理を行う第 2 の多重化部の

いずれか一方へ、パススペーススイッチを用いて、前記信号を任意に切り替え、

前記第1の多重化部での信号受信に応じて、前記信号を第1の信号群と多重化し、前記現用系パスへ送信される第1の合波信号を生成し、

前記第2の多重化部での信号受信に応じて、前記信号を第2の信号群と多重化し、前記予備系パスへ送信される第2の合波信号を生成することを特徴とする方法。

【請求項34】前記信号は第1の信号であり、セルフヒーリングクライアントから第2の信号を受信する処理と、

前記セルフヒーリングクライアントに、前記第2の信号の保護切替処理を独立して行わせる処理とをさらに備えることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項35】前記切替処理は光クロスコネクタにより実行されることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項36】前記信号を監視する処理と、前記信号が予め定めた条件を満たさない場合には警報通知情報を生成する処理とをさらに備えることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項37】前記予備系パス上で前記第1の信号を再生する処理をさらに備えることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項38】前記第1の信号は制御通信チャンネルを含むペイロードを備えることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項39】前記切替処理は、第1のリングに設けられた前記現用系パスからの前記第1の信号を、第2のリングに設けられた前記予備系パスへ切り替える処理を備えることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項40】波長多重ネットワークにおける光パスの障害を復旧するネットワーク構成装置において、信号を受信し、該受信した信号を第1の信号群と多重化して現用系光パスへ送信するための第1の合波信号を生成する第1の多重化部と、

前記信号を受信し、該信号を第2の信号群と多重化して、第1の予備系光パスへ送信するための第2の合波信号を生成する第2の多重化部と、

前記信号を受信し、該信号を第3の信号群と多重化して、第2の予備系光パスへ送信するための第3の合波信号を生成する第3の多重化部と、

パススペーススイッチ (path-based switch) と、を有し、

前記パススペーススイッチは、

クライアントから信号を受信し、該信号を前記第1の多重化部へ送り、そこで合波処理して現用系光パスへ送信させると共に、

前記現用系光パスに障害が発生した場合には、該信号を前記第1の信号群とは独立して前記第2の多重化部に切

り替え、そこで合波処理して前記第1の予備系パスに送信させ、

前記現用系光パスおよび前記第1の予備系光パスに障害が発生した場合には、該信号を前記第1の信号群とは独立して前記第3の多重化部に切り替え、そこで合波処理して前記第2の予備系光パスに送信させることを特徴とするネットワーク構成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ネットワーク分野に係わり、特に、波長分割多重ネットワークにおける光パス (optical path) の障害復旧 (restore) 方法及びシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】インターネットトラフィックの爆発的増加に伴い、高密度波長多重 (DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing) ネットワークにおいて大容量、低コスト、高信頼なデータ伝送に対する需要が高まっている。DWDMネットワークの光パスに障害が発生した場合には、大量のデータが失われる可能性がある。障害復旧方式及びシステムは、障害が発生した場合に、データトラフィックを代替通信路へ切り替えるために使用される。しかし、障害復旧の従来方式及びシステムは、DWDMネットワークに対して効果的ではなかった。

【0003】時分割多重 (TDM: Time Division Multiplexing) ネットワークのノードにおける信号の障害復旧方式に関する一従来技術によれば、信号は S O N E T

(Synchronous Optical NETwork) / S D H (Synchronous Digital Hierarchy) のフォーマットにより多重化され、デジタルクロスコネクタ、双方向ライン切替リング (BLSR: Bi-Directional Line Switched Ring)、単方向パスリング (UPSR: Uni-Directional Switched Ring) 等により実現される。S O N E T / S D H システムでは、時間領域において切替を行う。時分割多重スイッチはタイムスロットに対応した複数ポートを備えている。入出力ポートは、対応する各タイムスロット選択することにより接続が可能となる。このネットワークは、小容量トラフィックの束を取り扱うような電話回線ネットワークに適している。しかしながら、現在のネットワークの容量増大を促進しているIPデータトラフィックは、IPルータやATM (Asynchronous Transfer Mode) 交換機からの大容量なポイント ツーポイントトラフィックで構成されている。既に、IPルータやATM (Asynchronous Transfer Mode) 交換機から出力される信号の伝送速度は、SONET/SDH多重伝送装置のパス速度と等しくなり、IPデータトラフィックに対しては、SONET/SDHの多重機能と切替機能が不要となってきた。従って、光領域での障害復旧の実現が波長多重ネットワークにおいて必要となっている。波長多重ネットワークにおける障

害復旧の切替には、波長多重された光信号で切り替える場合と波長単位で切り替える場合の2方式がある。

【0004】DWDMネットワークノードにおける信号の障害復旧方式に関する一従来技術によれば、光クロスコネク
トシステムの障害復旧機能がある。メッシュネットワ
クのために設計された光クロスコネクシステムによれ
ば、選択可能な複数の代替経路が設けられており、障害
復旧資源の効率的な利用が可能となっている。しかし、
メッシュネットワーク光クロスコネクシステムは、管
理が複雑で復旧に時間がかかる。例えば、U.S 5,457,55
6では、ネットワークの救済機能を持つ光クロスコネク
トシステムが開示されている。このシステムは、3つの
切替レイヤを管理する。一つ目は波長多重された光信号
で切り替える光空間スイッチで、二つ目は波長単位で切
り替える光空間スイッチで、三つ目は時分割多重スイ
ッチである。各レイヤは独自の復旧機能を備えているの
で、このシステムでは各レイヤでの復旧切替の衝突を防
止するために、各レイヤのスイッチを管理するネットワ
ークセンタを必要とする。信号の異常がネットワーク上
で検出されると、ネットワークセンタに通信される。切
替の衝突を防止するために、ネットワークセンタがどの
レイヤにおいて切替を行うかを決定して切替実行の要求
を出す必要がある。また、リングトポロジを用いて高
速復旧を行う別の光クロスコネクシステムが提案され
ている。例えば、U.S 5,457,556では、光切替とSONET時
分割多重スイッチが組み合わされている。しかし、この
例は、時分割多重スイッチのため大容量のトラフィック
には適さない。また、波長多重された光信号で切替を行
う光リングネットワークが提案されている。一般に、波
長多重装置には様々なクライアントが接続されるため、
このようなシステムでは自動復旧機能をもつSONET/SDH
装置などが一緒に接続されると切替の衝突が発生する。
従って、管理がとても複雑になる。また、U.S 5,870,21
2では、波長単位で切り替える光クロスコネクシステ
ムが開示されている。しかしながら、これはリンクベ
ースの切替を行っており、光パスが通過する全てのノード
に切替機能が必要となり経済的でない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】DWDMネットワークノ
ードでは、IPルータやATM交換機や既存のSONET
/SDH多重伝送装置等々、様々なクライアントが接続
される。IPルータやATM交換機からのデータトラ
フィックは、SONET/SDHの多重機能と切替機能が不要とな
ってきている。従って、光領域での障害復旧の実現が波
長多重ネットワークにおいて必要である。また、接続さ
れるクライアントでは、セルフヒーリング機能が有るも
のと無いものがあり、光領域での切替を実施した場合
に他のシステムとの切替の衝突が問題となる。また、光
パスが通過する全てのノードに切替機能を必要とすると
大規模なスイッチが必要となり、効率や経済性が問題と

なる。

【0006】本発明では、上述した従来技術の課題を考
慮して成されたものであり、その目的は上記課題や不利
点を解消或いは軽減することができる、光ネットワーク
における光パスの障害復旧方法及びシステムを提供する
ことにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、従来技
術のシステムや方法に係わる不利益や課題を実質的に解
消あるいは軽減することができる、光ネットワークにお
ける光パスの障害復旧方法およびシステムが提供され
る。

【0008】本発明の一実施態様によれば、波長分割多
重ネットワークにおける光パスを障害復旧するためのネ
ットワーク構成要素 (network element) が開示され
る。本ネットワークは、信号を受信し、該受信した信号
を第1の信号群と多重化して現用系パス (working pat
h) へ送信するための第1の合波信号を生成する第1の
多重化装置を備える。第2の多重化装置は、前記信号を
受信し、該信号を第2の信号群と多重化して、予備系パ
ス (restoration path) へ送信するための第2の合波信
号を生成する。パスベースのスイッチ (path-based swi
tch) は、クライアントから信号を受信し、該信号を第
1の多重化装置へ送り、そこで合波処理して現用系パス
へ送信させ、現用系パスに障害が発生した場合には、該
信号を第1の信号群とは独立して第2の多重化装置へ切
り替え、そこで合波処理して予備系パスへ送信させる。

【0009】本発明の他の実施態様によれば、波長多重
ネットワークにおける光パスを障害復旧するためのネッ
トワーク構成要素が開示される。本ネットワークは、信
号を受信し、該受信した信号を第1の信号群と多重化し
て現用系光パスへ送信するための第1の合波信号を生成
する第1の多重化装置を備える。第2の多重化装置は、
前記信号を受信し、該信号を第2の信号群と多重化し
て、予備系光パスで送信するための第2の合波信号を生
成する。第3の多重化装置は、前記信号を受信し、該信
号を第3信号群と多重化して、予備系光パスで送信する
ための第3の合波信号を生成する。パスベースのスイ
ッチは、クライアントから信号を受信し、該信号を第1の
多重化装置へ送り、そこで合波処理して現用系光パスへ
送信させ、現用系光パスに障害が発生した場合には、該
信号を第1の信号群とは独立して第2の多重化装置に切
り替え、そこで合波処理して予備系光パスに送信させ、
現用系光パスと第2の多重化装置の予備系光パスに障害
が発生した場合には、該信号を第1の信号群とは独立し
て第3の多重化装置に切り替え、そこで合波処理して予
備系光パスに送信させる。

【0010】本発明の他の実施態様によれば、波長分割
多重ネットワークが開示される。本ネットワークは、波
長分割多重ネットワークの第2のノードへ再送信させる

ために、該波長分割多重ネットワークの第1のノードへ第1の信号を送信するクライアントを備える。セルフヒーリングクライアントは、波長分割多重ネットワークの第2のノードへ再送信させるために該波長分割多重ネットワークの第1のノードへ第2の信号を送信し、第1の信号とは独立に第2の信号について保護切替処理 (protection switching) を実行する。第1のノードは第1の信号のためのパススペースのスイッチを備え、該パススペースのスイッチは第2の信号とは独立して第1の信号のための保護切替処理を実行する。

【0011】本発明の他の実施態様によれば、波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧方法が開示される。現用系パスへ送信するための第1の信号がクライアントより受信される。現用系パスへ送信するための第2の信号がセルフヒーリングクライアントより受信される。現用系パスに障害が発生したとの判断が下される。第1の信号は、第2の信号とは独立して予備系パスへ切り替えられる。セルフヒーリングクライアントは、第2の信号に対する保護切替処理の実施を独立して行うことができる。第1の信号は一群の信号と多重化されて合波信号が生成され、該合波信号は予備系パスへ送信される。

【0012】本発明の他の実施態様によれば、波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧方法が開示される。信号がクライアントより受信される。この信号は適宜、合波し現用系パスへ送信する第1の多重化装置および合波し予備系パスへ送信する第2の多重化装置のいずれか一方へ、パススペースのスイッチを用いて、現用系パスの状態に応じて切り替えられる。第1の多重化装置で信号が受信されると、該信号は第1の信号群と多重化され、現用系パスへ送信される第1の合波信号が生成される。第2の多重化装置で信号が受信されると、該信号は第2の信号群と多重化され、予備系パスへ送信される第2の合波信号が生成される。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態における光ネットワーク100のブロック図である。光ネットワーク100は、図1に示すように、光伝送媒体で互いに接続された、複数のネットワーク構成要素から構成されネットワークノード101、103を備えている。クライアント110a-bおよび134は、ネットワークノード101、103を通して信号を送る。ネットワークノード101は、例えば光クロスコネクタ (OXC) 等のパススペースの切替モジュール (switching module) 102を備えるもので、切替モジュール102は、選択された個別信号の光パスを波長レベルで、現用系ファイバ104から予備系ファイバ106へ切り替えることで、切替処理を実行する。切替モジュール102はクライアントからの信号を、該信号が他の信号と多重化される前に切り替えることで、適宜切替処理を実施する。

光パスは、信号の発生源であるクライアントに最も近い発信元ネットワークノードから送信先クライアントに最も近い着信先ネットワークノードまでの波長パスであって、一部の経路で電気信号を含む構成としても良い。図1に示す実施形態では、クライアント110a-bからの信号だけが切り替えられている。以下でより詳細に説明されるように、クライアント134は自身でセルフヒーリング機能を備えている。ネットワークノード103はネットワークノード101と同様である。ネットワークノード103は切替モジュール120を備え、切替モジュール120は、光パスの障害復旧のために、選択された個別の信号を現用系ファイバ104から予備系ファイバ106へ波長レベルで切り替える。

【0014】本実施形態では、クライアント110a-bはOXC102と信号通信を行う。OXC102は、ソフトウェア的に、ハードウェア的に、あるいはこれらの適切な任意の組み合わせによって実現される。OXC102のスイッチ112aはクライアント110aからの信号を受信し、OXC102のスイッチ112bはクライアント110bからの信号を受信する。OXC102は、現用系ファイバ104を介しての信号通信が可能かを判断する。現用系ファイバ104が信号通信に利用可能な場合、OXC102は波長分割多重装置 (WDM) 114へ信号を通信する。WDM114はこの信号を、例えばクライアント134からの信号など他の入力信号と多重化する。WDM114は現用系ファイバ104を介してWDM116へ多重化信号を通信する。WDM116は入力信号を分離し、スイッチ122a-bを備えるOXC120へクライアント110a-bからの信号を通信する。より具体的には、スイッチ122aはクライアント110aからの信号を受信し、スイッチ122bはクライアント110bからの信号を受信する。OXC120はクライアント124a-bへこれらの信号を通信する。より具体的には、クライアント124aはクライアント110aからの信号を受信し、クライアント124bはクライアント110bからの信号を受信する。

【0015】現用系ファイバ104が信号通信に利用できない場合、OXC102はクライアント110a-bからの信号をWDM130へ切り替える。WDM130は入力信号をクライアント134からの信号と多重化する。WDM130は予備系ファイバ106を介してWDM132へ多重化信号の通信を行う。WDM132は信号を分離し、該信号をOXC120へ通信する。OXC120は、クライアント110a-bからの信号をクライアント124a-bへそれぞれ通信する。

【0016】光ネットワーク100は、自身がセルフヒーリング又は保護・復旧機能を備えるクライアント134及び136を収容する。クライアント134は、現用系ファイバ104が信号通信に使用できるかの判断を下

す。現用系ファイバ104を通しての信号通信が可能な場合には、クライアント134はWDM114へ信号を通信する。クライアント134からの信号はOXC102を迂回するため、OXC102の保護又は復旧機能との切替衝突 (switching conflict) の発生を未然に防ぐことができる。さらに、OXC102の保護・復旧機能をクライアント134のために使用しないことにより、その機能の保存が図られる。WDM114はクライアント134からの信号をクライアント110a-bからの信号と共に多重化する。次に、多重化された信号は現用系ファイバ104を介して、入力信号の分離を行うWDM116へ通信される。WDM116はクライアント134からの信号をクライアント136へ通信する。現用系ファイバ104が信号通信に使用できない場合には、クライアント134はWDM130へ信号を通信し、そこでクライアント134からの信号はクライアント110a-bからの信号と共に多重化される。多重化された信号は予備系ファイバ106を介して、入力信号を分離するWDM132へ通信される。WDM132はクライアント134からの信号をクライアント136へ通信する。

【0017】また、信号は逆方向へも通信可能である。信号はクライアント124a-bから、現用系ファイバ104での信号通信が可能なかを判断するOXC120へ通信される。現用系ファイバ104を通しての信号通信が可能な場合には、クライアント124a-bからの信号はOXC120、WDM116、現用系ファイバ104、WDM114およびOXC102を通して、クライアント110a-bへ通信される。現用系ファイバ104を通しての信号通信が不可能でない場合には、クライアント124a-bからの信号はOXC120、WDM132、予備系ファイバ106、WDM130およびOXC102を通して、クライアント110a-bへ通信される。同様に、クライアント136からクライアント134へ信号通信が行われる。クライアント136が現用系ファイバ104を通しての信号通信が可能と判断した場合には、クライアント136からの信号はWDM116、現用系ファイバ104およびWDM114を通して、クライアント134へ通信される。現用系ファイバ104を通しての信号通信ができないと判断した場合には、クライアント136からの信号はWDM132、予備系ファイバ106およびWDM132を通して、クライアント134へ通信される。

【0018】図2は、本発明の一実施形態による図1の光ネットワーク100で使用される中間ネットワークノード200のブロック図である。ネットワークノード200は、図1に関連して説明したように光パスの障害復旧を行うOXC102を備えている。ネットワークノード200はさらに、図2に示すように互いに光通信媒体で接続されているWDM114、130、214、23

0、現用系ファイバ104、204および予備系ファイバ106、206を備えている。OXC102はクライアント110a-bからの信号を受信し、現用系ファイバ104、204それぞれでの信号通信が可能なかを判断する。現用系ファイバ104、204を通しての信号通信が可能な場合には、クライアント110a-bから信号は現用系ファイバ104、204を通して通信される。現用系ファイバ104または204が信号通信に使用できない場合にはそれぞれ、OXC102は波長レベルで個々の信号を切り替え、予備系ファイバ106または206を通して信号通信を行う。OXC102は、クライアントからの信号が他の信号と多重化される前に切り替えることで、個々の信号の切替処理を実施する。

【0019】クライアント110a-bはそれぞれ、性能監視モニタ (PM) (performance monitor) 202a-bを備えている。性能監視モニタ202a-bは信号損失および信号劣化などの障害検出および隔離情報を提供する。OXC102はコントローラ210、光スイッチ212および性能監視モニタ214を備えている。コントローラ210はOXC102の動作を制御し、光スイッチ212に対し制御指示を行う。光スイッチ212は、現用系ファイバ104が使用できない場合には通信パスを現用系ファイバ104から予備系ファイバ106へ切り替え、現用系ファイバ204が使用できない場合には通信パスを現用系ファイバ204から予備系ファイバ206へ切り替える。性能監視モニタ214は性能監視モニタ202a-bと同様な情報と、現用系ファイバ104、204が利用可能か否かに関する情報とを提供する。性能監視モニタ214、202a-bは信号情報をコントローラ210および他のネットワーク構成要素へ通信する。クライアント110a-bは、例えばハードウェアインターフェースまたはネットワーク装置管理マネージャ (element manager) 203等の、任意の適切なインターフェースを用いてOXC102と通信する。ネットワーク装置管理マネージャ203は、入力信号の信号情報をモニタし、該信号情報をOXC102および他のネットワーク構成要素へ通信する。

【0020】本発明の一実施形態において、ライン信号再生器 (LRE) 240、242 (line regenerator) はOXC102、WDM230、130と、予備系ファイバ206、106によって接続されている。LRE240、242はそれぞれ、信号品質を向上するために、予備系ファイバ206、106を通して通信される信号を再生する。LRE240、242はそれぞれ予備系ファイバ206、106の性能監視モニタリングを行うと共に、予備系ファイバの光増幅器のシャットダウンを予防する。また、LRE240、242は、2方向WDMシステムでは波長変換処理を行うために利用でき、さらにまた、オーバーヘッド部の予備バイトによる通信チャンネルを提供するための、信号オーバーヘッド部へのア

アクセス手段として利用することもできる。また、LRE 240、242の代わりにトランスポンダ (transponder) を使用する構成としても良い。

【0021】WDM114は、図2に示すように、バスあるいはその他の適切な媒体によって接続された性能監視モニタ220a、WDM222a、光増幅器224aおよび光監視チャンネル (OSC) 226aを備えている。性能監視モニタ220aはOXC102からの信号を受信し、性能監視モニタ202a-bが提供するものと同様な信号情報を提供する。性能監視モニタ220aは信号情報をOXC102および他のネットワークノードへ通信する。WDM222aは性能監視モニタ220aから信号を受信し、該信号を多重化する。OA224aは多重化された信号をWDM222aから受信し、該信号を増幅する。OSC226aは、管理チャンネル (management channel) の管理を行い、性能監視モニタ202a-bからの信号情報をコントローラ210を介して受信する。OSC226aは、この情報および他の情報を、現用系ファイバ104を介して通信された信号のオーバーヘッド部で通信する。WDM114は現用系ファイバ104を通して信号通信を行う。WDM114を通して信号は逆方向にも送信することができる。WDM130、214、230は同様な構成を備えている。WDM130、214、230はそれぞれ、性能監視モニタ220b-d、WDM222b-d、OA224b-dおよびOSC226b-dを備えており、各構成要素はそれぞれ性能監視モニタ220a、WDM222a、OA224aおよびOSC226aと同様な機能を実現する。

【0022】図3は、本発明の一実施形態におけるカードシェルフ (card shelf) 構成のOXC102のブロック図である。本実施形態において光ネットワーク100は、波長面 (wavelength plane) 250a-bに対応する複数のサブレイヤーに分割されている。波長面250a-bにより、選択された波長を持つ信号の切替制御する切替ユニットの挿入が可能になる。OXC102は、該OXC102をネットワークノードの他モジュールと接続するI/Oコントローラ252を備えている。I/O252はマスターシェルフ (master shelf) コントローラ254と接続されている。マスターシェルフコントローラ254は入出力される信号の警報およびステータス情報を管理する。マスターシェルフコントローラ254は波長ユニットコントローラ251a-cを通して波長面250a-cに接続されている。各波長ユニットコントローラ251a-cは、特定波長の信号の切替を行う。更に多くの波長面が必要な場合には、入出力信号の警報及びステータス情報の管理を行うスレーブシェルフコントローラ256が拡張されてもよい。スレーブシェルフコントローラ256は波長ユニットコントローラ258a-cに接続される。波長ユニットコントローラ2

58a-cは、特定波長の信号の切替を行う。スレーブシェルフコントローラ260、262は同様の各波長ユニットコントローラに接続され、別の波長面上での切替に用いられる。

【0023】図4は、本発明の一実施形態における図1の光ネットワーク100で 사용할 ことができるトランスポンダ302、304、306を備えるノードのブロック図である。トランスポンダ302はクライアント110a-bおよびOXC102と接続されている。トランスポンダ304はOXC102およびWDM214、230と接続されている。同様に、トランスポンダ306はOXC102およびWDM114、130と接続されている。トランスポンダは光信号を、よりコストがかかるものの光ネットワーク性能の向上を図ることができる電気信号に変換する。トランスポンダ302、304、306は、自身を通して伝送される信号について、監視、障害検出および障害隔離を行う機能を備えている。また、トランスポンダ302、304、306は、信号のオーバーヘッド部にアクセスし、読み出しあるいは書き込みを行うことで通信する機能を備えている。したがって、トランスポンダ302、304、306は、ビットエラーレート、信号損失、警報通知および自動保護切替に関する情報を提供するために使用される。

【0024】図5は、本発明の一実施形態における図2のネットワークノード200と同様なネットワークノードにより使用できるスイッチ (SW) 402のブロック図である。OXC102は、図5に示すように、現用系ファイバ104、204、予備系ファイバ106、206、WDM114、130、214、230、およびクライアント110a-bと光伝送媒体で接続されているスイッチ402を備えている。各構成要素は上述したような構成および動作を備えている。性能監視モニタ、トランスポンダまたは他の適切なネットワーク構成要素を、クライアント110a-bとスイッチ402との間に配置する構成としても良い。

【0025】スイッチ402は光信号を電気信号に変換することなく切り替える。スイッチ402は、予備系スイッチ (restoration switch) 404と現用系スイッチ (working switch) 406a-bとを備えている。クライアント110a-bのそれぞれは自身の現用系スイッチを備えているが、予備系スイッチ404を共用している。現用系ファイバ104が信号通信に使用できる場合には、スイッチ402は現用系スイッチ406bを使用し、クライアント110bと現用系ファイバ104との間で通信を行わせる。現用系ファイバ104が信号通信に使用できない場合には、スイッチ402は予備系スイッチ404を使用し、クライアント110bと予備系ファイバ106との間で通信を行わせる。同様に、現用系ファイバ204が信号通信に使用できる場合には、スイッチ402は現用系スイッチ406aを使用し、クライ

メント 110a と現用系ファイバ 204 との間で通信を行わせる。現用系ファイバ 204 が信号通信に使用できない場合には、スイッチ 402 は予備系スイッチ 404 を使用し、クライアント 110a と予備系ファイバ 206 との間で通信を行わせる。予備系スイッチ 404 と現用系スイッチ 406a-b とを分離して設けることで、サービス提供中でも障害のある現用系スイッチ 406a-b のメンテナンスが可能となる。

【0026】図 6 は、本発明の一実施形態における光スイッチ 402 の代わりに使用できる電気スイッチ 502 のブロック図である。電気的な切替処理 (electrical switching) によれば、低コストで信頼性の高い切替処理が実現できる。加えて、電気的切替処理では光信号を電気信号へ変換するため、信号の性能 (performance) を電気的狀態で容易にモニタすることができる。さらに、信号を電気信号に変換するトランスポンダが使用される場合には、電気的切替処理がより容易になる。本実施形態において OXC 102 は、図 5 に示すように互いに接続された、電気スイッチ 502、コントローラ 210、光-電気 (EO) モジュール 506a-b、508a-b、510a-b、512a-b、514a-b、516a-b、および光性能監視モニタ 504 を備えている。OXC 102 は、現用系ファイバ 104、204、予備系ファイバ 106、206、WDM 114、130、214、230、およびクライアント 110a-b と適切な伝送媒体により接続されている。各構成要素は上述したような構成を備えて動作するものである。電気スイッチ 502 は電気スイッチ 522 と接続されている電気回路 520 を備えている。

【0027】光性能監視モニタ 504 は、クライアント 110a-b、現用系ファイバ 104、204 および予備系ファイバ 106、206 から受信された信号をモニタする。電気-光 (EO) モジュール 506a-b はクライアント 110a からの光信号を電気信号に変換し、電気回路 520 からの電気信号を光信号に変換する。同様に、EO 508a-b はクライアント 110b からの光信号を電気信号に変換し、電気回路 520 からの電気信号を光信号に変換する。EO 510a-b は予備系ファイバ 206 からの光信号を電気信号に変換し、電気回路 520 からの電気信号を光信号に変換する。EO 512a-b、EO 514a-b、EO 516a-b も同様に動作するもので、ファイバ 204、106、204 からの光信号をそれぞれ電気信号に変換し、電気回路 520 からの電気信号を光信号に変換する。

【0028】電気回路 520 は、EO 510a-b、512a-b、514a-b、516a-b からの電気信号を受信する。電気回路 520 は、入力電気信号の性能をモニタし、また、該入力信号のオーバーヘッドチャンネルを用いて情報の読出又は書込を行う。電気スイッチ 522 は電気回路 520 からの電気信号を受信する。コ

ントローラ 210 は現用系ファイバ 104、204 を介して信号が送信できるかを判断する。現用系ファイバ 104、204 を介しての信号通信が可能な場合には、電気スイッチ 522 が信号をファイバ 104、204 へ送る。現用系ファイバ 104 または 204 を介しての信号通信ができない場合には、電気スイッチ 522 は対応する予備系ファイバ 106 または 206 を用いて通信を行う。

【0029】図 7 は、本発明の一実施形態で使用できる光リング 600 のネットワークノードのブロック図である。光リング 600 は、図 7 に示すように光伝送媒体で接続されている、ネットワークノード 200、604、606、608、およびクライアント 610a-b、612a-b、614、616、628、110b を備えている。スパン (span switching) またはリング切替処理 (ring switching) が実行される。例えば、現用系ファイバ 620 を通しての信号通信ができない場合には、予備系ファイバ 622 を通しての信号通信が可能となるようにスパン切替処理が実行される。例えば、現用系ファイバ 620 および予備系ファイバ 622 を通しての信号通信ができない場合には、ファイバ 104、624、630 を用いての信号通信がされるように、リング切替処理が実行される。具体的には、信号は障害から離れる方向に切り替えられ、本リングの反対方向を回って伝送される。ネットワークノード 200、604、606 は光切替部を備えるものであり、電気切替部をさらに備える構成としても良い。ノード 200、604、606、608 はセルフヒーリングではなく保護が必要な信号の各々に対応するスイッチを備えている。ネットワークノード 200 はクライアント 610a-b からの信号を受信する。クライアント 610a は優先度の高いクライアントであり、現用系ファイバ 620 を介しての信号通信が可能な場合、クライアント 610a からの信号は現用系ファイバ 620 を介してクライアント 612a へ通信される。クライアント 610b は優先度の低いクライアントであり、クライアント 610b からの信号は予備系ファイバ 622 を介してクライアント 612b へ通信される。現用系ファイバ 620 を介しての信号通信ができない場合には、ネットワークノード 200 は優先度の低いクライアント 610b からの信号を抑制し (squellch e)、クライアント 610a からの信号を予備系ファイバ 622 へ切り替え、クライアント 612a との信号通信を行わせる。ネットワークノード 200 は、優先度の低い信号の信号チャンネルに警報通知を挿入することで、優先度の低い信号の抑制を行う。同様に、クライアント 612a は優先度の高いクライアントであり、クライアント 612b は優先度の低いクライアントである。クライアント 612a-b からの信号はそれぞれ、クライアント 610a-b からの信号と同様な形態で通信される。

【0030】ネットワークノード604、606はそれぞれ、自身の保護及び復旧機能を備えたクライアント614、616を收容する。ノードのスイッチは信号が多重化される前に信号を任意に切り替えるため、該スイッチはセルフヒーリングクライアントからの信号についての切り替えを防ぐことができる。この構成によれば、リング形態における障害検出及び復旧を、現存する保護切替機構との矛盾を起こすことなく実現することができる。クライアント614は現用系ファイバ614を介しての信号通信が可能かを判断する。現用系ファイバ624が使用可能であれば、クライアント614は現用系ファイバ624を介してクライアント616との信号通信を行う。現用系ファイバ624が使用できない場合には、クライアント614は予備系ファイバ626を介してクライアント616との信号通信を行う。クライアント616はクライアント614と同様な方法により信号通信を行う。

【0031】ネットワークノード606は、自身の保護及び復旧機能を持たないクライアント628のための切替機能を提供する。ネットワークノード606はクライアント628からの信号を受信し、現用系ファイバ630、104を介しての信号通信が可能かを判断する。現用系ファイバ630、104を介しての信号通信が可能な場合には、ネットワークノード606は現用系ファイバ630を介してネットワークノード608へ信号を送信する。ネットワークノード608は保護切替機構を備えていない。その後、信号は現用系ファイバ104を介してクライアント110bへ通信される。現用系ファイバ630および104のいずれかを介しての信号送信ができない場合には、ネットワーク構成要素606はクライアント628からの信号を予備系ファイバ632を介して、予備系ファイバ106を介してクライアント110bと信号通信を行うネットワーク構成要素608へ送信する。

【0032】図8は、本発明の一実施形態において使用できる2リングシステムのネットワークノードのブロック図である。システム700はリング702とリング704とを備えている。図8に示すようにリング702はノード706、708、710、712を備えている。これらのノードは現用系ファイバ714、718、722、726と予備系ファイバ716、720、724、788によって接続されている。図8に示すようにリング704はノード730、732、734、736を備えている。これらのノードは現用系ファイバ738、742、746、750と予備系ファイバ740、744、748、752によって接続されている。図8に示すように多重装置791が多重化信号をファイバに送信してもよい。また、図8に示すようにライン信号再生器782、784、786がノードに接続されてもよい。リング702とリング704は、リング接続ノード76

0において、クライアント770と775で結ばれる光パス780によって接続される。光パス780は、二つのサブ光パスA790とサブ光パスB795を備えている。ライン信号再生器782、784、786は、サブ光パスA790とサブ光パスB795の性能や運用の管理を分けるために使用されてもよい。現用系ファイバ722が障害の場合、リング702はスパン切替によりサブ光パスA790を救済する。現用系ファイバ722と予備系ファイバ724が障害の場合、リング702はリング切替によりサブ光パスA790を救済する。現用系ファイバ746或いは、現用系ファイバ746と予備系ファイバ748が障害の場合、リング704は、それぞれスパン切替又は、リング切替を行う。ノード760の障害には、システム700は、ノード間の他の光パスを必要とする。ノード760の障害の場合、即ち、現用系ファイバ722、746と予備系ファイバ724、748が障害の場合には、システム700は、ノード765を通して他の光パス選択する。

【0033】図9は、本発明の一実施形態において使用可能な光パス820の性能監視モニタを示すブロック図である。光パス820はネットワーク構成要素822-846を備えている。ネットワーク構成要素822-846は、信号性能の評価に用い、さらに、信号が予め定めた限定条件を満たさない場合、すなわち信号に問題がある場合には、該信号の状況に関する通知情報の通信に用いられる。信号に関する問題は、例えばビットエラー、警報通知 (alarm indication)、信号損失、フレーム損失等に識別することができる。評価モニタ情報は、OXCの光監視チャンネル (OSC) を用いることにより定義できる。OSCにより、例えば光多重化部での警報表示信号 (OMS-AIS)、光チャンネルでの信号ステータス情報 (OCH-STA)、光チャンネルでの入力ステータス情報 (OCH-INP) 等が識別できる。また、トランスポンダ (TDR) およびクライアントは、信号損失 (LOS)、フレーム損失 (LOF)、信号劣化 (SD)、警報表示信号 (AIS) 等の性能監視モニタ処理が可能である。

【0034】より具体的には、光パス820は、送信ライン終端装置 (LTE-TX) 822、スイッチ824、844、トランスポンダ826、842、送信増幅器 (TA) 828、836、光増幅器 (OA) 830、838、受信側増幅器 (RA) 832、840、ライン信号再生器834、および受信側ライン終端装置 (LTE-RX) 846を備えている。スイッチ824は光チャンネルオーバーヘッド部の入力ステータス情報を定義する。トランスポンダ826、842は信号損失、フレーム損失、信号劣化または警報通知信号を定義する。送信増幅器828、836および受信側増幅器832、840は、光チャンネルオーバーヘッド部での信号ステータス情報および光多重化部での警報通知信号の両方を定

義する。光増幅器 830、838 は光多重化部での警報通知信号を定義する。ライン信号再生器 834 は光チャンネルオーバーヘッド部での信号ステータス情報を定義する。スイッチ 844 は光チャンネルオーバーヘッド部での信号ステータスを定義する。ライン終端装置 846 は、信号損失信号、フレーム損失信号、信号劣化信号、および警報通知信号を起動する。

【0035】図 10 は、本発明の一実施形態における S O N E T 信号を O S C チャンネルの通信に用いるフレーム構成 800 を示す図である。フレーム構成 800 は保護切替を要求する場合と、例えば警報通知、ビットエラーレート、信号損失などの信号ステータス情報および障害検出情報を通信する場合とに用いられる。フレーム構成 800 はペイロード部 802 と信号オーバーヘッド部 804 とを備えている。ペイロード部 802 は制御通信チャンネルを伝送するために使用される。波長毎の専用バイト 806 a-n、808 a-n、810 a-n は制御通信チャンネルの伝送用に使用される。光多リング (multiple optical rings) では共通のペイロード部 802 を使用できる。本実施形態では、リング 1 は専用バイト 806 a-n を使用し、リング 2 は専用バイト 808 a-n を使用し、リング N は専用バイト 810 a-n を使用する。制御バイトを使用することにより、簡単迅速で低コストの光パスの障害復旧が可能となる。

【0036】図 11 は、本発明の一実施形態における図 7 の光リング 600 で使用することができる光パスの障害復旧方法を示すフローチャートである。本方法では最初ステップ 902 において、発信元クライアント 110 b が発信元ノード 200 へ信号を送信する。ステップ 904 では、発信元ノード 200 が現用系パス 104 へ信号を送信する。ステップ 906 では、現用系パス 104 で信号に影響を与える障害が発生する。ステップ 908 では、ノード 608 が信号に障害があるかを判断し、例えば欠陥通知を信号のオーバーヘッド部に挿入するなどして警報を送る。ノード 608 は評価モニタを含む O X C を備えている。評価モニタは、信号損失や信号劣化などの警報情報を提供する。ノード 608 には W D M も備えられている。W D M は、信号損失情報や信号劣化情報を提供する評価モニタや、警報情報を信号のオーバーヘッド部に挿入する O S C を備えている。ノード 608 は現用系ファイバ 630 を介して警報情報を着信先ノード 606 へ送る。

【0037】ステップ 910 では、着信先ノード 606 が警報情報を受信する。着信先ノード 606 は警報情報を受信する評価モニタを備えている。着信先ノード 606 は現用系パス 630 を経由して、現用系ファイバ 104 が使用できず信号再送信を要求する旨を示す警報情報を送る。この要求は発信元ノード 200 へ送信される。ステップ 912 では、発信元ノード 200 が上記要求を受信する。発信元ノード 200 は、現用系パス 104 か

ら上記要求を受信する W D M 114 を備えている。W D M 114 は該要求を O X C 102 へ通信する。

【0038】ステップ 914 では、発信元ノード 200 の O X C スイッチは光パスを現用系パス 104 から予備系パス 106 へ切り替える。O X C 102 のコントローラ 210 は上記要求を受信し、光スイッチ 212 は信号を W D M 130 へ通信し、該信号を W D M 130 は予備系パス 106 へ通信する。クライアント 110 b から送信されてきた信号だけが予備系パス 106 へ切り替えられた。例えばセルフヒーリング機能を持つクライアントからの信号など、他の信号は O X C 102 によって切り替えられてはいない。ステップ 916 では、発信元ノード 200 が予備系パス 106 へ信号を送信する。ステップ 920 では、信号がノード 608 および予備系パス 632 を通りノード 606 へ伝送される。ステップ 922 では、着信先クライアント 628 が信号を受信する。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧方法およびシステムを改善することができるという技術的に有利な効果を奏する。特に、切替モジュール (switching module) は波長レベルで個別の信号を切り替えるため、選択された信号だけを切り替えることができる。この選択的信号切替を用いて、自身の保護および障害復旧機能を備えるクライアントからの信号だけを切り替ええないようすることで、該クライアントからの信号に関する切替衝突 (switching conflict) の発生を防ぐことができる。さらに、切替モジュールは必要とされる個所にだけ設置すれば良く、保護および障害復旧資源の節約が可能となる。さらにまた、切替モジュールを追加あるいは移動させることで、追加されたネットワーク構成要素の保護および障害復旧機能を確保することができるため、光ネットワークのアップグレードが容易になる。したがって、選択的信号切替を用いることで本発明は、波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧を効率的および効果的に実行することができる。

【0040】さらに本発明によれば、波長分割多重ネットワークにおける光パスの障害復旧のためのシステム構成を改善することができるという技術的に有利な効果を奏する。特に、切替モジュールは波長レベルで個別の信号を切り替える。本システムの性能を改善するために、ライン信号再生装置 (line regenerating equipment) およびトランスポンダーを使用することもできる。また、本発明によれば、システムの実現方法 (implementation scheme) を改善できるという技術的効果がある。ネットワーク構成要素は、ライン障害を検出するために、例えば特別な配線やネットワーク装置管理マネージャ (element manager) 等を用いて互いに障害検出情報を通信し合う。さらに、障害検出情報を送信するために専用の制御バイトを用いてもよい。また、本発明によれ

21

ば、装置構成を改善できるという技術的効果がある。切替モジュールは、元のバスと代替バスとのそれぞれに互いに独立した切替部を備えることにより、信頼性の高い構成を実現できる。さらに、システム性能を向上させるために、トランスポンダーや電氣的スイッチをシステムに組み込む構成としても良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態における光ネットワークのブロック図である。

【図 2】 図 1 の光ネットワークで使用できる中間 (intermediate) ネットワークノードのブロック図である。

【図 3】 本発明の一実施形態におけるカードシェルフ (card shelf) 構成の光バスクロスコネクットのブロック図である。

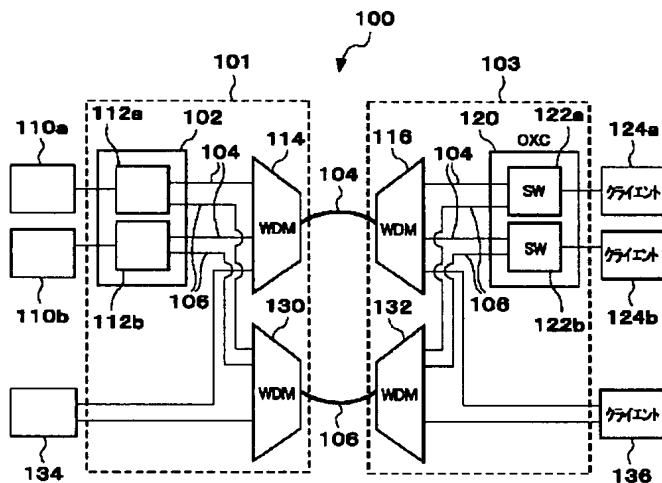
【図 4】 図 1 の光ネットワークで使用できるトランスポンダーを備えたノードのブロック図である。

【図 5】 図 2 のネットワークノードと同様なネットワークノードで使用することができるスイッチのブロック図である。

【図 6】 光スイッチの代わりに使用できる本発明の一実施形態における電氣的スイッチのブロック図である。

【図 1】

図 1



22

【図 7】 図 1 の光ネットワークで用いることができる光リングネットワークノードのブロック図である。

【図 8】 本発明の一実施形態において使用できる 2 リングシステムのネットワークノードのブロック図である。

【図 9】 本発明の一実施形態において使用することができる光バスの性能監視モニタ方法の説明図である。

【図 10】 本発明の一実施形態において保護切替処理を実行する、SONETシステムにおける通信のためのフレーム構成を示す説明図である。

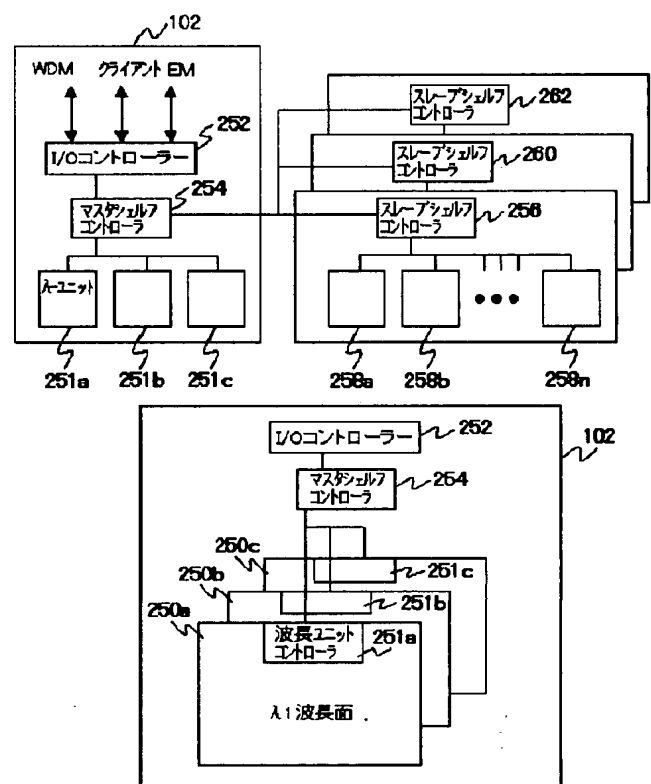
【図 11】 本発明の一実施形態における光リングにおける光バスの障害復旧方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

101…ネットワークノード、102…光クロスコネク
103…ネットワークノード、104…現用系ファイ
バ、106…予備系ファイバ、110a-b…クライ
エント、112a-b…スイッチ、114、116…波
長分割多重化装置、120…光クロスコネク
122a-b…スイッチ、124a-b…クライアント、13
0、132…波長分割多重化装置、134、136…ク
ライアント。

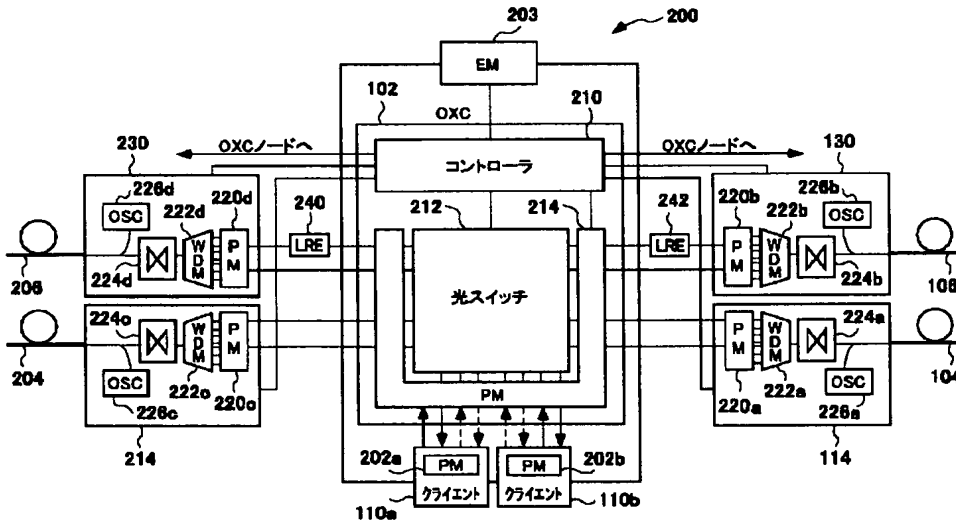
【図 3】

図 3



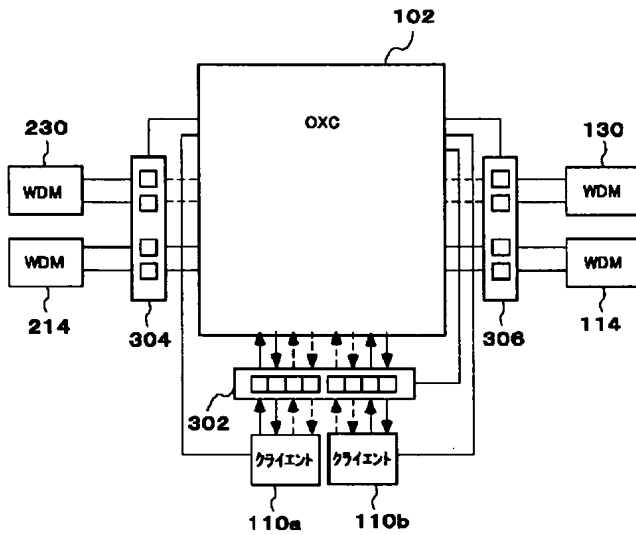
【図 2】

図2



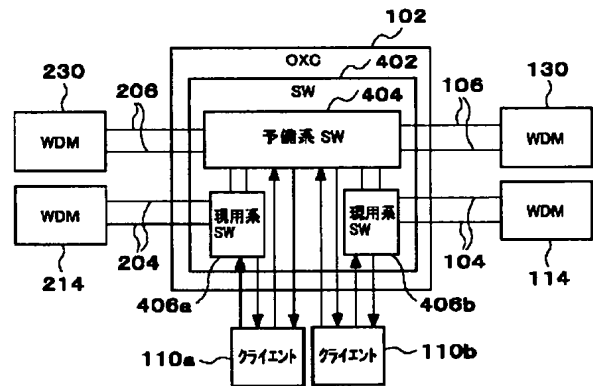
【図 4】

図4



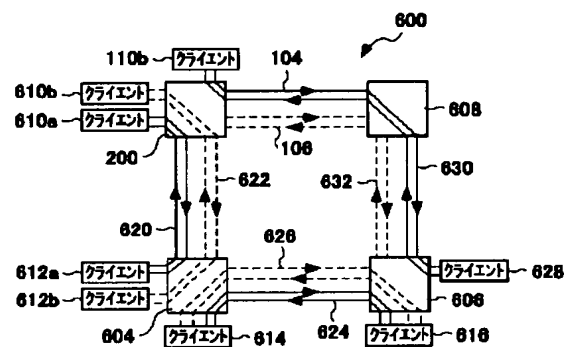
【図 5】

図5



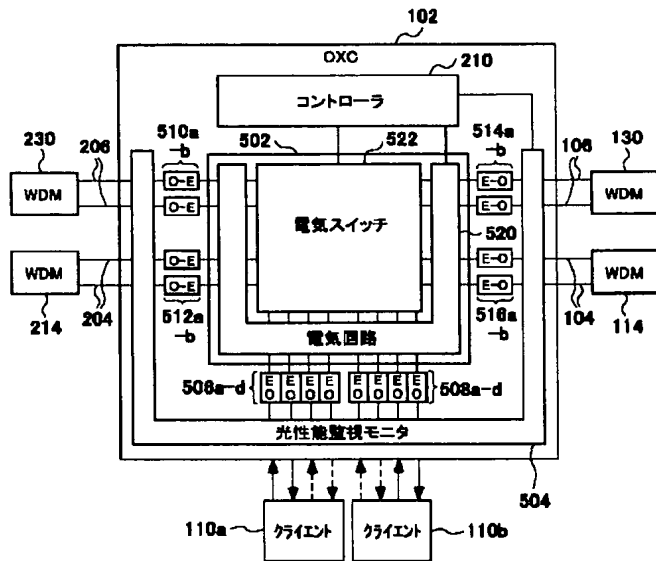
【図 7】

図7



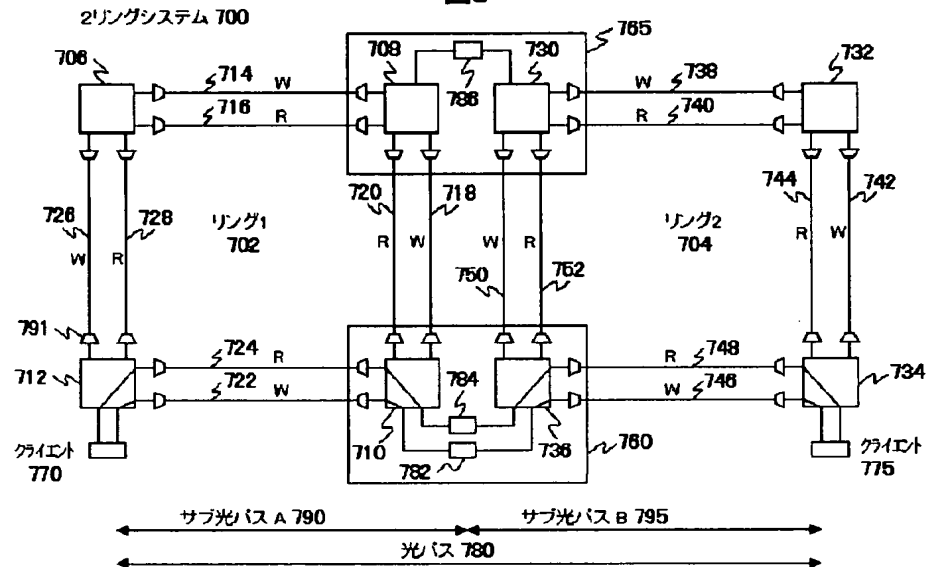
【図 6】

図 6



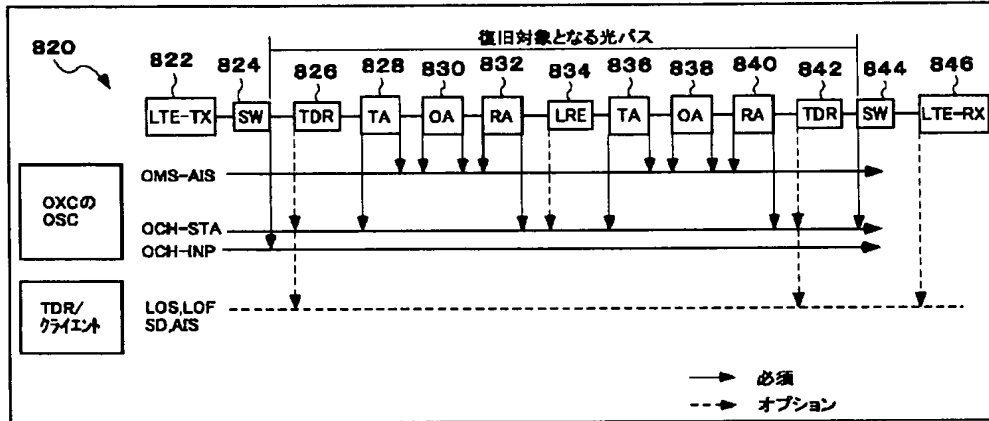
【図 8】

図 8



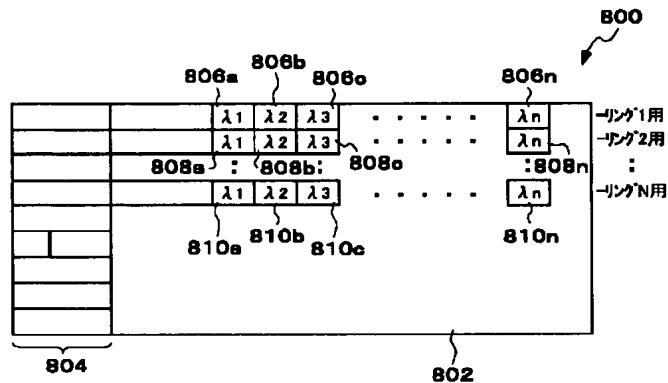
【図9】

図9



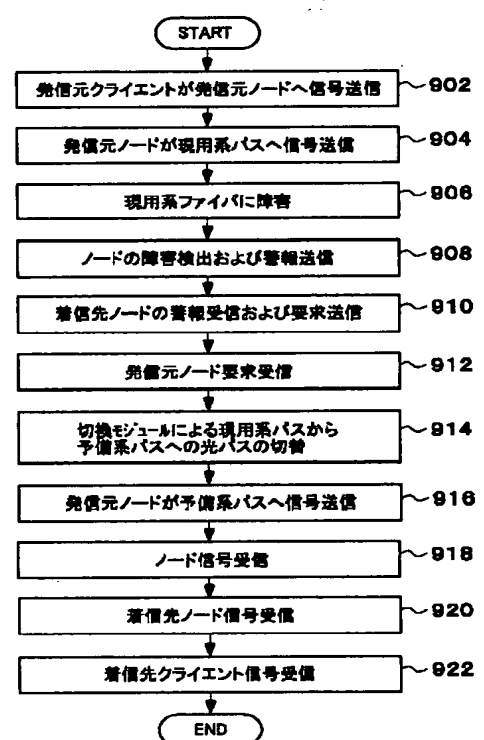
【図10】

図10



【図11】

図11



フロントページの続き

(72)発明者 花谷 昌一

アメリカ合衆国、テキサス州 75081、リ
チャードソン、スイート 400、キャンベ
ル ロード 801 イー、日立テレコム
(アメリカ合衆国) インコーポレイテッド
内

(72)発明者 佐野 博久

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内